



(12) Laid-Open Patent Report (A)

(11) Laid-open patent application no.

H 4-76274

(43) Date laid open: March 11, 1992

(51) Int. Cl.<sup>5</sup>: Ident. code: Internal control no.:  
F 03 G 7/06 A 7713-3G  
// C 22 C 19/03 A 8928-4K

Inspection requested: No  
Number of claims: 2  
(Total 4 pages)

---

(54) Title of the Invention: Shape Memory Spring

(21) Application no.: H 2-188229

(22) Application date: July 17, 1990

(72) Inventor: Sho IMAYOSHI  
6-7 Kawa, Ageo City, Saitama Prefecture

(72) Inventor: Shuichi ISHIKURA  
2-6-302 Chimadainishi 3-chome, Koshigaya City, Saitama  
Prefecture

(72) Inventor: Koichi NAKAI  
665-1 Omaki, Urawa City, Saitama Prefecture

(71) Applicant: Mitsubishi Atomic Power Industries, Co., Ltd.  
4-1 Shibakoen 2-chome, Minato-ku, Tokyo

(74) Agent: Haruo KAWAI, Patent Agent

## Specification

### **1. Title of the Invention**

Shape memory spring

### **2. Scope of the Patent Claims**

- (1) A shape memory spring in which a thin sheet that comprises a shape memory spring is made into a honeycomb shape.
- (2) A shape memory spring in which a thin sheet that comprises a shape memory spring is made into a wavy sheet shape, and a multiplicity of the aforementioned wavy sheets are laminated while joining the hills and valleys of the wavy sheets.

### **3. Detailed Explanation of the Invention (Industrial Field of Use)**

This invention pertains to a shape memory spring that is be utilized as an actuator of machinery such as heat engines and toys.

#### **(Prior Art)**

As actuators that use resiliency force that occurs when the shape of a shape memory material (metal and plastic and the like) is changed, there are coil spring shapes and plate spring shapes.

#### **(Problems the Invention is to Resolve)**

However, these shapes are responsive to temperature, and it is difficult to make them generate a large quantity of force as resiliency force. For example, one must consider whether to make the wire diameter of the spring thicker, or, in the case of a plate spring, to make the plate thickness thicker, and in these cases, there is the problem that the characteristics of the shape memory spring are lost in response to temperature changes.

***(Means for Resolving the Problems)***

This invention, with the goal of resolving the problems above, provides a shape memory spring in which a thin sheet that constitutes a shape memory spring is made into a honeycomb shape.

Also, with the same goal, it provides a shape memory spring in which a thin sheet that comprises a shape memory spring is made into a wavy sheet shape, and a multiplicity of the aforementioned wavy sheets are laminated while joining the hills and valleys of the wavy sheets.

***(Operation)***

Because a material that has bi-directional shape memory characteristics is used as the shape memory material, the shape at high temperature and at low temperature expands and contracts as shown in figures 2 (a) and (b), and it can be used as an actuator by the recovery force when the shape changes due to the application of temperature changes.

Also, because the shape memory material uses a thin-sheet shape memory alloy, its responsiveness to temperature is excellent, and it operates sufficiently even in a heating medium of air (gas).

***(Implementation Examples)***

Appropriate implementation examples of this invention are explained in detail below with reference to the diagrams.

Figure 1 is a front-view diagram (a) and an oblique diagram of the main elements (b) of a honeycomb-shaped shape memory spring in accordance with this invention. In the honeycomb-shaped shape memory spring 1, the thin sheets 2 made of shape memory alloy whose sheet thickness is less than 1 mm are the main elements of the shape shown in figure 1 (b). A multiplicity of these

elements are laminated and joined, and as a whole they make up the honeycomb-shaped shape memory spring 1 shown in figure 1 (a).

Figure 2 is a diagram for explaining the expansion and contraction when the temperature of the aforementioned shape memory spring changes. When a transition temperature is reached, the shape memory spring 1 displaces an expansion/contraction quantity  $S$  in the direction of expansion and contraction (the vertical direction in the diagram), and it goes from  $L$  to  $L'$  in the horizontal direction (where  $L < L'$ ).

Therefore, as is also clear from figure 2, it can be used suitably as an actuator because a large expansion/contraction is obtained in the vertical direction.

Figure 3 shows an example where this spring is applied to the rotating advance and retreat of a heat engine. As the shape memory spring 1, a bi-directional shape memory spring that has remembered its shape is used, such that it contracts on the high-temperature side (water tank) 3, and expands on the low-temperature side (air) 5.

As for the theory of its operation, a rotating wheel 7 centered around an axis of rotation 6 and a small disc 8 in which a shaft is provided such that it can be eccentrically rotated, are linked by the shape memory spring 1. When the shape memory spring that contracts on the high-temperature side 3 is moved to the low-temperature side 5, the shape memory spring provides expansion force, and provides rotational force to the rotating wheel 7. Also, conversely, when it is moved from the low-temperature side 5 to the high-temperature side 3, the shape memory spring 1 produces contraction force, and provides rotational force to the rotating wheel 7 similar to the above.

In this example of use, in the shape memory spring of this invention, there is also expansion/contraction in the horizontal direction following expansion/contraction of the shape memory spring ( $L < L'$  of figure 2). For this

reason, the joint with the object to which the spring force is to be transmitted is optimally a slide structure as shown in figure 4, for example. That is, this is achieved by a structure in which shoe bars 9 are connected to the two ends of the shape memory spring 1 in the direction of expansion/contraction, and shoe plates 10 are affixed to the object side to which the spring force is to be transmitted, and the protruding ends 9a of the aforementioned shoe bars slide along the grooves 10a of the aforementioned shoe plates 10.

A honeycomb-shaped shape memory spring was explained above, but as another implementation example that has the same operation and effect, the laminate of wavy sheets shown in figure 5 can also be used. In this case, each of the wavy sheets 11 has valleys 11a and hills 11b, but in the case where a multiplicity of the aforementioned wavy sheets made of a shape memory alloy are joined (laminated), the wavy sheets can be laminated such that the hills and valleys are joined.

Furthermore, for the joint with the side to which the spring force is to be transmitted, it is the same as the case of the aforementioned honeycomb shape (a slide structure via shoe bars and shoe plates).

### ***(Effect of the Invention)***

In this way, a spring with high resiliency force and excellent temperature responsiveness can be obtained by utilizing the shape memory spring that has a honeycomb shape or wavy sheet laminated cross-section as the shape memory spring by this invention.

### ***4. Brief Explanation of the Diagrams***

Figure 1 is a front-view diagram (a) and oblique diagram (b) of a honeycomb-shaped shape memory spring pertaining to an implementation example of this invention. Figure 2 is a diagram for explaining the operating state of the same

honeycomb-shaped shape memory spring. Figure 3 is a diagram for explaining an example of application of the shape memory spring to a heat engine. Figure 4 is a diagram that explains the joint structure between the shape memory spring and the attached object, where (a) is an oblique diagram showing the main elements, (b) is a cross-sectional diagram, and (c) is a cross-sectional diagram along line A-A of (b). Figure 5 is an oblique diagram that explains the shape memory spring having a wavy sheet laminated structure that pertains to another implementation example.

- 1 ... Shape memory spring
- 2 ... Shape memory alloy thin sheet
- 3 ... High-temperature side (water tank)
- 5 ... Low-temperature side (air)
- 6 ... Axis of rotation
- 7 ... Rotating wheel
- 8 ... Small disc
- 9 ... Shoe bar
- 10 ... Shoe plate
- 11 ... Wavy sheet

### ***Key to figures***

Figure 2 [at bottom]: Temperature change

Figure 3 [at top]: Rotation

## ⑫公開特許公報 (A)

平4-76274

⑬Int.Cl.<sup>5</sup>F 03 G 7/06  
// C 22 C 19/03

識別記号

庁内整理番号

⑭公開 平成4年(1992)3月11日

A

7713-3G  
8928-4K

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全4頁)

⑮発明の名称 形状記憶ばね

⑯特 願 平2-188229

⑰出 願 平2(1990)7月17日

⑱発明者 今吉祥 埼玉県上尾市川6-7

⑲発明者 石倉修一 埼玉県越谷市千間台西3丁目2-6-302

⑳発明者 中井公一 埼玉県浦和市大間木665-1

㉑出願人 三菱原子力工業株式会社 東京都港区芝公園2丁目4番1号

社

㉒代理人 弁理士 川井治男

## 明細書

## 1. 発明の名称

形状記憶ばね

## 2. 特許請求の範囲

(1) 形状記憶合金からなる薄板をハニカム状とした形状記憶ばね

(2) 形状記憶合金からなる薄板を波板状とし、前記波板の複数を波板の山部と谷部を接合して積層した形状記憶ばね

## 3. 発明の詳細な説明

## [産業上の利用分野]

本発明はヒートエンジン等の機械類、及び、玩具類のアクチュエータとして利用しうる形状記憶ばねに関するものである。

## [従来の技術]

形状記憶材料(金属及び樹脂等)の形状変化時に発生する反発力を利用したアクチュエータとして、

コイルスプリング形状または板ばね状のものがある。

## [発明が解決しようとする課題]

しかし、これら形状のものは温度応答性を有するものの、反発力として大きな力を発生させることが難しく、例えば、スプリングの線径を太くするとか、板ばねの場合にあっては板厚を厚くするなどの考慮が必要であり、この場合、温度変化に対して形状記憶材料の特性が損われるといった問題がある。

## [課題を解決するための手段]

本発明は、以上の問題点を解決することを目的として、形状記憶合金からなる薄板をハニカム状とした形状記憶ばねを提供するものである。

また、同一目的を以って、形状記憶合金からなる薄板を波板状とし、前記波板の複数を波板の山部と谷部を接合して積層した形状記憶ばねを提供するものである。

## [作用]

形状記憶材としては二方向性の形状記憶特性を

もった材料が用いられるので、例えば高温時と低温時の形状が第2図(a)、(b)のように伸縮し、温度変化を与えることにより形状変化時の回復力によりアクチュエータとして使用することができる。

また、形状記憶材は薄板の形状記憶合金を使用しているので、温度応答性に優れ、気体(ガス)の熱媒体であっても十分作動する。

#### [実施例]

次に、本発明の好適な実施例を添附図面について詳細に説明する。

第1図は、本発明によるハニカム状の形状記憶ばねの正面図(a)、及び、要素斜視図(b)を示すものであり、ハニカム状の形状記憶ばね1は板厚1mm以下の形状記憶合金製の薄板2を第1図(b)に示す形状の要素となし、この要素の複数を積層、接合して、全体として第1図(a)に示すハニカム状の形状記憶ばね1としたものである。

第2図は、前述の形状記憶ばねの温度変化時の伸縮を説明するための図であり、遷移温度に達す

ると形状記憶ばね1は伸縮方向(図において縦方向)に伸縮量Sの変位をし、横方向はL→L'となる(但し、L < L')。

従って、第2図からも明らかなように縦方向には大きな伸縮が得られるので、アクチュエータとして好適に利用できる。

第3図は、このばねをヒートエンジンの回転推進用に応用した例を示し、形状記憶ばね1は高温側(水槽)3で収縮し、低温側(空気)5で伸張するように形状記憶した二方向性の形状記憶ばねを用いている。

作動原理としては、回転軸6を中心とする回転輪7と、軸を偏心させ回転可能に設けた小型円板8を形状記憶ばね1で結合しており、高温側3で収縮している形状記憶ばねが低温側5に移動すると形状記憶ばねが伸張力を発生し、回転輪7に回転力を与える。また、これとは逆に、低温側5から高温側3へ移動する時には、形状記憶ばね1が収縮力を発生するので、前述と同様に回転輪7に回転力を与えることになる。

このような使用例では、本発明の形状記憶ばねにおいては形状記憶ばねの伸縮に伴い横方向にも伸縮する(第2図のL < L')。このため、ばね力を伝達すべき対象物との接合部は、例えば第4図に示すようなスライド構造とすることが好適である。すなわち、形状記憶ばね1の伸縮方向の両端面にシューバー9を接合し、ばね力を伝達すべき対象物側にはシューブレート10を固着させて、前記シューバー9の突出した先端部9aが前記シューブレート10の溝部10aに沿ってスライドする構成によって達成される。

以上、ハニカム状の形状記憶ばねについて説明したが、同様の作用・効果を有する他の実施例として第5図に示す波板の積層体を採用することもできる。この場合、波板11の各々は谷部11aと山部11bを備えているが、形状記憶合金からなる前記波板の複数を接合(積層)する場合、波板同志は山部と谷部を接合して積層すればよい。

なお、ばね力を伝達すべき側との接合については、前述のハニカム状の場合と同様(シューバー

とシューブレートによるスライド構造)である。

#### [発明の効果]

このように、本発明によれば、形状記憶ばねとしてハニカム状或いは波板積層断面をもつ形状記憶ばねを採用することにより、反発力が大きく、かつ、温度応答性に優れたばねを得ることができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

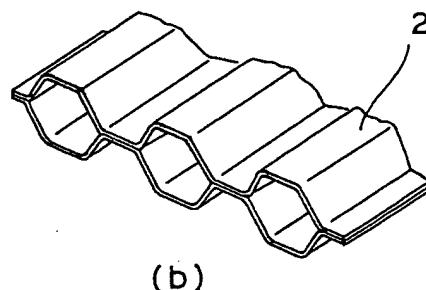
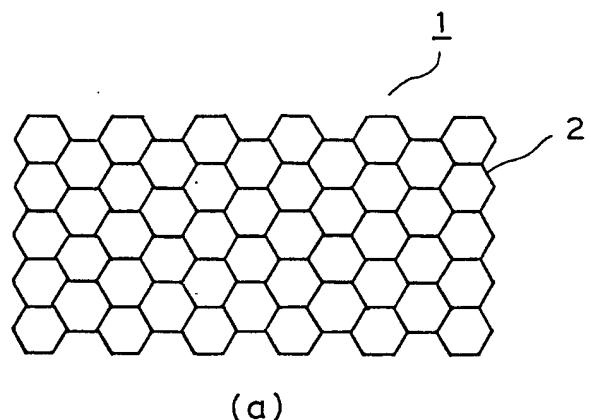
第1図は本発明の一実施例に係わるハニカム状の形状記憶ばねの正面図(a)及び斜視図(b)、第2図は同ハニカム状形状記憶ばねの作動情況の説明図、第3図は形状記憶ばねのヒートエンジン応用例の説明図、第4図は形状記憶ばねと取付対象物との接合構造の説明図で(a)は要部を示す斜視図、(b)は縦断面図、(c)は(b)のA-A部断面図、及び、第5図は他の実施例に係わる波板積層構造の形状記憶ばねの説明図(斜視図)である。

1 … 形状記憶ばね、 2 … 形状記憶合金製の薄板、  
 3 … 高温側（水槽）、 5 … 低温側（空気）、  
 6 … 回転軸、 7 … 回転輪、 8 … 小型円板、  
 9 … シューバー、 10 … シュープレート、  
 11 … 波板

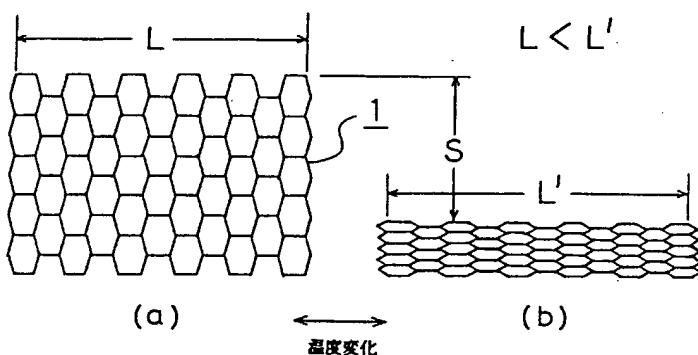
特許出願人  
代理人弁理士

三菱原子力工業株式会社  
川井治男

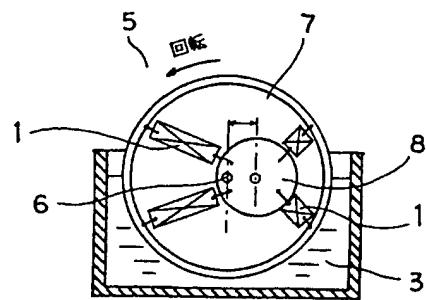
第1図



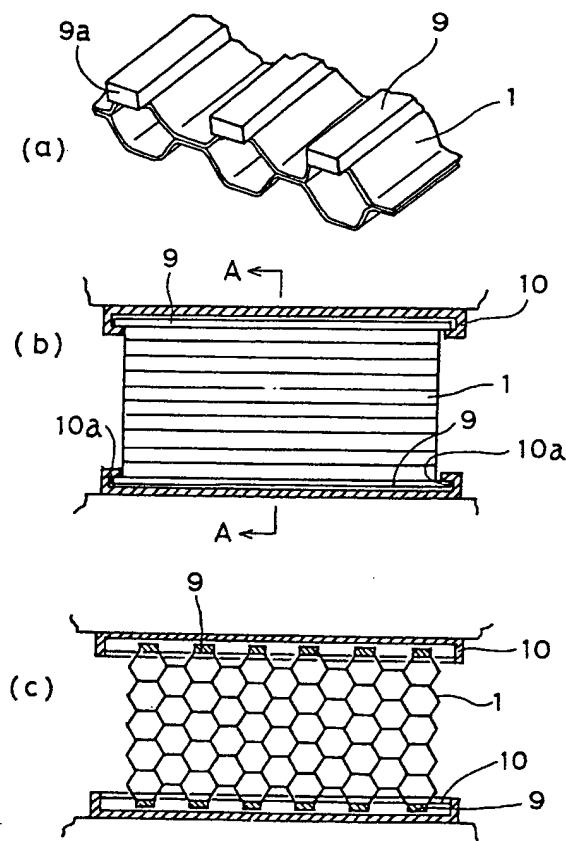
第2図



第3図



第4図



第 5 図

